

## 명세서

# PHOSPHOR, LIGHT EMITTING DEVICE BY USING THE SAME AND MANUFACTURING METHOD OF THE SAME

### 기술분야

- [1] 본 발명은 형광체, 이를 이용한 발광소자, 및 그 형광체의 제조방법에 관한 것으로서, 상세하게는 어느 한 파장의 빛에 의해서 여기되어 다른 파장의 빛이 방출되는 형광체 및 이를 이용한 발광소자에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 특정 파장의 빛에 의해서 백색광이 방출되도록 하는 형광체, 이를 이용한 백색 발광소자, 및 그 형광체의 제조방법에 관한 것이다.

### 배경기술

- [2] 최근에 전세계적으로 활발하게 진행되고 있는 백색 발광소자의 제작방법은, 단일 칩 형태의 방법으로 청색이나 자외선 발광소자 위에 형광체를 더하여 백색을 얻는 형광체 적용 방법과, 멀티 칩 형태로 복수개의 발광칩을 서로 조합하여 백색을 얻는 멀티칩 방법으로 크게 나눌 수 있다.
- [3] 상세하게, 상기 멀티칩 형태로 백색 발광소자를 구현하는 대표적인 방법은 RGB(Red, Green, Blue)의 3개 칩을 조합하여 제작하는 것이다. 그러나, 이러한 방식은 각각의 칩마다 동작 전압의 불균일성, 주변 온도에 따라 각각의 칩의 출력이 변해 색 좌표가 달라지는 등의 문제점이 있다. 이러한 문제점으로 인하여, 멀티칩 방법은 백색 발광소자의 구현보다는 회로 구성을 통해 각각의 발광소자의 밝기를 조절하여 다양한 색상의 연출을 필요로 하는 특수조명의 목적에 적합하게 적용될 수 있다.
- [4] 이와 같은 배경하에서 백색 발광소자의 구현 방법으로 바람직하게 적용되는 방법은, 비교적 제작이 용이하고 효율이 우수한 청색 발광소자와, 상기 청색 발광소자에 의해 여기되어 황색을 발광하는 형광체를 조합한 시스템이 주로 이용되고 있다. 이와 같이, 형광체를 이용하여 백색광을 발광시키는 시스템의 대표적인 예로는, 청색 발광소자를 여기 광원으로 사용하고, 희토류 3가 이온인 세륨이온( $Ce^{3+}$ )을 활성제로 이용하는 이트륨 알루미늄 가넷계(YAG: Yttrium Aluminum Garnet)형광체, 즉 YAG:Ce 형광체를 상기 청색 발광소자에서 출사되는 여기광으로 여기시키는 형태가 있다.
- [5] 상기 백색 발광소자는 그 이용분야에 따라 여러 가지 형태의 패키지로 사용될 수 있다. 백색 발광소자의 대표적으로 핸드폰의 백라이팅(backlighting)에 적용되기 위하여 표면실장형(SMD: Surface Mounting Device)형태로 제작되는

초소형 발광소자(Chip LED)와 전광판과 고체표시소자와 화상 표시용을 사용되는 버티컬 램프 타입으로 대별된다.

- [6] 한편, 백색 발광소자의 광 특성을 분석하는데 있어서 사용되는 지표로는, 상관 색온도(CCT: Correlated Color Temperature)와 연색성지수(CRI: Color Rendering Index)가 있다.
  - [7] 상기 상관 색온도(CCT)는 물체가 가시광선을 내며 빛나고 있을때 그 색이 어떤 온도의 흑체가 복사하는 색과 같아 보일 경우, 그 흑체의 온도와 물체의 온도가 같다고 보고 그 온도를 의미한다. 색온도가 높을수록 눈이 부시고 푸른색을 띠는 백색이 된다. 즉, 같은 백색광이라도 색온도가 낮으면 그 색이 좀 더 따뜻하게 느껴지며, 색온도가 높으면 차게 느껴진다. 따라서, 색온도를 조절함으로써 다양한 색감을 요구하는 특수 조명의 특성까지도 만족시킬수 있다.
  - [8] 상기 YAG:Ce 형광체를 이용한 백색 발광소자의 경우에는 색온도가 6000 ~ 8000K에 이르러서 다소 높은 문제점이 있다.
  - [9] 상기 연색성지수(CRI)는 태양광을 사물에 조사했을 때와 비교하여, 기타 인공적으로 제작한 조명을 조사했을 때 사물의 색깔이 달라지는 정도를 의미하고, 사물의 색깔이 태양광에서와 같을때 CRI 값을 100으로 정의한다. 즉, 상기 연색성지수는 인공조명하에서의 사물의 색상이 태양광을 조사했을 때와의 색상과 얼마나 근접한지를 나타내는 지수로서 0 ~ 100까지의 수치를 갖는다. 그러므로, CRI가 100에 접근하는 백색광원일수록 태양광 아래서 인간의 눈이 인식하는 사물의 색상과 별반 차이가 없는 색상을 느끼게 되는 것이다.
  - [10] 현재 백열전구의 CRI는 80이상이고 형광램프는 75이상인데 비하여 상용화된 백색 LED의 CRI는 대략 70 ~ 75 정도로 그다지 높지 못한 것이 현실이다.
  - [11] 따라서, 종래의 YAG:Ce 형광체를 이용한 백색 발광소자는 색온도가 다소 높고 연색성지수가 다소 낮은 문제점이 있었다. 또한, YAG:Ce 형광체만을 이용하기 때문에 색좌표 및 색온도, 연색성지수의 제어가 어려운 문제점이 있다.
  - [12] 또한, YAG:Ce는 100°C 이상에서 열적으로 열화가 상대적으로 클 뿐만 아니라, YAG:Ce를 합성하는데 있어서 천연재료 중 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 사용하고 1500°C 이상의 고온 열처리가 필요하므로 생산 단가 측면에서 불리하다.
  - [13] 또한, YAG:Ce의 발광 주 피크를 적색 영역으로 변화시키기 위해서 희토류 3가 이온을 도핑(doping)할 경우 발광 휘도가 감소하는 등의 문제가 발생한다.
- 발명의 상세한 설명**  
**기술적 과제**
- [14] 본 발명은 발광 휘도 감소 없이 발광 주피크를 변화시킬 수 있는 발광소자의

몰드 물질에 포함되는 형광체를 제공하는 것에 목적이 있다.

- [15] 또한, 상기 형광체에 포함되는 활성제의 농도를 변화시킴으로써 색좌표 및 색온도, 연색성 지수의 제어가 가능한 발광소자를 제공하는 것에 목적이 있다.
- [16] 또한, 사용자의 다양한 기호에 맞는 광을 얻어낼 수 있도록 하는 형광체 및 그 형광체를 이용한 발광소자를 제안하는 것을 목적으로 한다.
- [17] 또한, 형광체 및 발광소자의 제조가를 절감시키는 형광체 및 그 형광체를 이용한 발광소자는 제안하는 것을 목적으로 한다.

#### 기술적 해결방법

- [18] 상기되는 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 형광체는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}_x$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [19] 다른 측면에 따른 본 발명의 형광체를 이용한 발광소자는 광원; 상기 광원을 지지하는 지지부; 상기 광원 주위의 적어도 일 부분에 제공되는 광투과부재; 및 상기 광투과부재에 혼입되는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}_x$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 포함된다.
- [20] 또 다른 측면에 따른 본 발명의 램프형 발광소자는 광원; 상기 광원을 지지하는 지지부; 상기 광원 주위의 적어도 일 부분에 제공되는 몰딩부재; 및 상기 광투과부재에 혼입되는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}_x$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 포함된다.
- [21] 더 다른 측면에 따른 본 발명의 표면실장형 발광소자는 광원; 상기 광원을 지지하는 지지부; 상기 광원 주위의 적어도 일 부분에 제공되는 몰딩부재; 및 상기 광투과부재에 혼입되는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}_x$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 포함된다.

#### 유리한 효과

- [22] 제안되는 본 발명에 의해서 발광 특성이 향상되는 형광체 및 발광소자를 얻을 수 있다.
- [23] 또한, 발광소자의 색좌표 및 색온도, 연색성 지수의 제어가 가능하게 되기 때문에, 사용자의 기호에 보다 적합한 발광소자를 얻을 수 있게 된다.
- [24] 또한, 발광소자의 제조가가 절감되는 장점을 얻을 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

- [25] 본 발명의 사상은 첨부되는 도면에 의해서 더욱 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [26] 도 1은 본 발명에 따른 형광체의 Eu 몰 농도 변화에 따른 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- [27] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표면실장형 백색 발광소자의 단면도.

[28] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 버티컬 램프 타입의 백색 발광소자의 단면도.

[29] 도 4는 본 발명에 따른 백색 발광소자의 발광스펙트럼.

[30] 도 5는 본 발명에 따른 백색 발광소자의 Eu몰 농도의 변화에 따른 색좌표 변화를 나타내는 도면.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

[31] 이하, 본 발명에 따른 형광체 및 이를 이용한 발광소자를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[32] 본 발명에 따른 형광체는 스트론튬(Sr)과, 마그네슘(Mg)과, 바륨(Ba)과, 실리카( $\text{SiO}_2$ ) 및 활성제로 사용되는 유로퓸(Eu)이 수학적 1의 비율로 조성되는 것을 그 특징으로 갖는다.

[33] <수학적식 1>

[34]  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+} \times (0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1)$

[35] 상기 수학적식 1의 형광체는 활성체인 Eu의 몰 농도에 따라 발광 주피크가 달라지는 특징을 가지고 있다.

[36] 도 1은 본 발명에 따른 형광체의 Eu 몰 농도 변화에 따른 발광 스펙트럼을 도시하는 도면이다. 본 발명에 따른  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+} \times (0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1)$ 의 화학식을 갖는 형광체의 발광 스펙트럼은 활성제로 사용된 유로퓸(Eu)의 농도에 따라 형광체 발광 주피크가 변화된다. 여기서, 여기광으로는 질화갈륨계 다이오드에서 출사되는 발광 주피크 465nm인 광을 사용하고, 본 발명에 따른 형광체에서 형광체내의 Eu 농도가 0.02몰, 0.05몰, 0.10몰, 0.15몰 농도로 사용되었을 때의 각각의 몰 농도에 따른 파장별 빛의 세기를 나타내고 있다.

[37] 도 1을 참조하면,  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+} \times (0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1)$ 의 화학식을 갖는 형광체는 Eu 농도의 변화에 따라 발광 주피크가 변화되며 500 ~ 600nm 영역에 주요 발광 스펙트럼 영역을 갖는다.

[38] 각 경우에 Eu의 몰 농도에 따른 발광 스펙트럼의 변화를 설명하면, Eu의 농도가 0.02몰인 경우의 발광 스펙트럼인 제 1 그래프(1)의 발광 주피크는 Eu의 농도가 0.05몰인 경우의 발광 스펙트럼인 제 2 그래프(2)의 발광 주피크에 비하여 파장이 짧고, Eu의 몰 농도가 0.10몰인 경우의 발광 스펙트럼인 제 3 그래프(3)는 Eu의 농도가 0.15몰인 경우의 발광 스펙트럼인 제 4 그래프(4)의 발광 주피크에 비하여 파장이 짧은 것을 볼 수 있다.

[39] 이러한 결과를 조합하여 설명하면, 본 발명에 따른 형광체 내의 Eu 몰농도가 높아질 수록, 본 발명의 형광체에서 방출시키는 광의 발광 주피크 파장은 길어지는 특징을 나타낸다.

- [40] 이러한 본 발명에 따른 형광체에 의해 방출되는 광은 백색 발광소자에 사용될 경우 여기 광으로 사용된 근 자외선 광과 합성되어 백색광을 나타냄으로써 백색광을 방출하기 위한 본 발명에 따른 발광소자에 이용되어 질 수 있다. 그리고, 이러한 실험결과를 조합한 결과, 백색광을 얻기 위하여 적합한 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.20 mol이 되는 것이 바람직하다.
- [41] 이와 같은 본 발명의 형광체를 그 제조 방법에 의거하여 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [42] 본 발명에 따르면, 희토류로 활성화된 유로퓸(Eu)을 포함한 상기 수학적 1로 표시되는 형광물질을 생산하는 방법이 제공되며 다음의 단계를 포함한다. 첫째, 희토류 금속의 산소 화합물, 특히 유로퓸의 산소 화합물 및 스트론튬(Sr), 마그네슘(Mg), 및 바륨(Ba)으로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나의 원소의 산소 화합물의 화학양론적 양을 제공하는 단계가 수행되고, 두번째로, 혼합물을 형성하도록 상기 산소 화합물들을 혼합하는 단계가 수행된다.
- [43] 셋째, 플럭스로서 작용하기에 충분한 양으로 상기 혼합물내에 붕화물, 염화물, 플루오르화물등으로부터 선택된 적어도 하나의 플럭싱 화합물을 선택적으로 첨가하는 단계와, 넷째, 상기 혼합물을 희토류로 활성화된 유로퓸을 포함한 실리케이트계 형광 물질로 전환하도록 충분한 시간동안 일정한 온도의 환원분위기하에서 열처리하는 단계가 수행된다.
- [44] 상기되는 각 단계를 보다 상세하게 설명하면, 상기 혼합 단계는 당 분야에서 통상적으로 사용되는 것으로 특별히 한정하지는 않으나 볼 밀링 또는 고속블렌더, 리본 블렌더내에서 혼합하는 등 역학적인 방법에 의해 혼합될 수 있다. 이 경우에 보다 효과적인 혼합을 위하여 증류수, 알코올 및 아세톤 등의 용매를 소량 사용하여 혼합하는 것이 좋다.
- [45] 다음으로 상기 혼합물을 100 ~ 400°C에서 건조한다. 이때 건조 온도가 100°C 미만이면 용매가 증발하지 않고 400°C를 초과하는 경우에는 자체 반응 할 수 있으므로 상기 범위를 유지하는 것이 바람직하다.
- [46] 다음으로 상기 혼합물을 수소와 질소의 혼합 가스 분위기에서 열처리하여 형광체를 제조한다.
- [47] 상기 혼합가스는 혼합물과 수소가스가 반응하여 활성제를 환원시키기 위하여 도입되는 것으로, 질소와 수소의 부피비는 75 ~ 98 : 25 ~ 2 부피비를 유지하는 것이 좋다. 그리고, 상기 열처리시 온도는 충분한 시간동안 대략 800°C 내지 대략 1500°C, 바람직하게는 1200°C 내지 1400°C를 유지하는 것이 좋다. 상기 온도가 800°C 미만이면 실리케이트계의 결정이 완전하게 생성되지 못하게 되어 발광 효율이 감소하게 되고, 1500°C를 초과하면 과반응에 의해 위도가 저하되는 문제가 발생한다.

- [48] 이하 본 발명에 따른 형광체가 이용되는 발광소자를 그 단면도를 이용하여 설명한다.
- [49] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표면실장형 백색 발광소자의 단면도이다.
- [50] 본 발명의 일 실시예에 따른 표면실장형 백색 발광소자는 도 2에 도시된 바와 같이, 양극 및 음극의 리드프레임(210)과, 전압을 인가하면 광을 발생시키는 발광다이오드 칩(220)과, 상기 리드프레임(210)과 발광다이오드 칩(220)의 통전을 위한 와이어(230)와, 상기 발광다이오드 칩(220) 주위에 몰딩된 광투과 수지(240)와, 상기 광투과 수지(240)에 분산되는 형광체(241)를 포함하여 구성된다.
- [51] 상기 발광다이오드 칩(220)은 전압을 인가하면 400 ~ 480nm 영역에 발광 스펙트럼의 주피크를 갖는 광을 발생시키는 근자외선 발광 다이오드 칩을 사용한다. 또한, 근 자외선 발광다이오드 칩 대신 동일 파장영역에 발광 주피크를 갖는 발광소자로서 레이저다이오드, 면 발광 레이저다이오드, 무기 일렉트로루미네센스 소자, 유기 일렉트로루미네센스 소자 등을 사용해도 무방하다. 본 발명에서는 바람직한 실시예로서 질화갈륨계인 InGaN의 발광다이오드 칩이 사용된다.
- [52] 또한, 몰딩부재로 사용되는 상기 광투과수지(240)는 광투과 에폭시 수지, 실리콘 수지, 폴리아미드 수지, 요소수지, 아크릴 수지 등이 사용될 수 있다. 바람직하게는 광투과 에폭시 수지 또는 광투과 실리콘 수지 등이 사용될 수 있다.
- [53] 또한, 상기 광투과수지(240)는 상기 발광다이오드 칩(220) 주위를 전체적으로 몰딩할 수도 있지만, 필요에 따라 발광부위에 부분적으로 몰딩하는 것도 가능하다. 다시 말하면, 소용량 발광소자의 경우 전체적으로 몰딩하는 것이 바람직하지만, 고출력 발광소자의 경우에는 상기 발광다이오드 칩(220)의 대형화로 전체적으로 몰딩하는 것이 상기 광투과 수지(240)에 분산되는 상기 형광체(241)의 고른 분산에 불리해 질 수 있기 때문이다. 이 경우 발광부위에 부분적으로 몰딩하는 것이 바람직할 것이다.
- [54] 상기 광투과수지(240)에 분산되는 상기 형광체(241)로는 본 발명에서 설명된 바가 있는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 사용된다.
- [55] 상기 형광체(241)의 평균 입자의 크기는  $20\mu\text{m}$  이하로 하는 것이 바람직하다. 상기 형광체(241)의 평균 입자의 크기가  $20\mu\text{m}$  초과되는 경우 상기 광투과 수지(240)와 혼합시켜 몰딩을 시키는 제조공정에 있어서, 상기 실리콘이트계 형광체(241)가 침전되는 등의 문제가 생길 수 있기 때문에 바람직하지 않다. 더욱 바람직하게, 상기 형광체(241)의 평균 입자의 크기를 5 ~  $15\mu\text{m}$  정도가 유지되도록

한다.

- [56] 또한, 이미 설명된 바와 같이, 상기 형광체(241)에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.20 mol로 하는 것이 바람직하다.
- [57] 상기 광투과 수지(240)와 혼합되는 상기 형광체(241)의 혼합 중량비율은 상기 광투과성 수지(240)에 대한 상기 형광체(241)의 함량이 5 ~ 50 wt%인 것이 바람직하다.
- [58] 특히, 본 발명에 따른 백색 발광소자가 탑뷰 방식인 경우에는, 상기 형광체(241)에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.10 mol로 하고, 상기 광투과성 수지(240)에 대한 상기 형광체(241)의 함량은 10 ~ 30 wt%인 것이 바람직하다.
- [59] 또한, 상기 백색 발광소자가 사이드뷰 방식인 경우에는, 상기 형광체(241)에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.08 ~ 0.15 mol로 하고, 상기 광투과수지(240)에 대한 상기 형광체(241)의 함량은 5 ~ 20 wt%인 것이 바람직하다.
- [60] 한편, 본 발명에 따른 형광체는 인쇄회로기판과 상기 인쇄회로기판상에 적층되는 키패드 사이에 형성되어 상기 키패드를 밝혀주는 백라이트 광원으로서 이용될 수 있다.
- [61] 이 경우에, 백색 발광소자에서 출사되는 광이 백색(white)인 경우에는, 상기 형광체(241)에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.10 mol로 하고, 상기 광투과성 수지(240)에 대한 상기 형광체(241)의 함량은 15 ~ 50 wt%인 것이 바람직하다.
- [62] 또한, 백색 발광소자에서 출사되는 광이 청백색(bluish white)인 경우에는, 상기 형광체(241)에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.10 mol로 하고, 상기 광투과성 수지(240)에 대한 상기 형광체(241)의 함량은 10 ~ 40 wt%인 것이 바람직하다.
- [63] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 버티컬 램프 타입의 백색 발광소자의 단면도이다.
- [64] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 버티컬 램프 타입의 백색 발광소자는, 한 쌍의 리드프레임(310)과, 전압을 인가하면 광을 발생시키는 발광다이오드 칩(320)과, 상기 리드프레임(310)과 발광다이오드 칩(320)의 통전을 위한 와이어(330)와, 상기 발광다이오드 칩(320) 주위를 몰딩한 광투과수지(340)와, 상기 광투과 수지(340)에 분산되는 형광체(341)와, 소자전체의 외부공간을 마감하는 외장재(350)가 포함된다.
- [65] 상기 광투과수지(340) 역시 상기 발광다이오드 칩(320) 주위를 전체적으로 몰딩할 수도 있지만 필요에 따라 발광부위에 부분적으로 몰딩하는 것도 가능하다. 이와 같이 구성되는 이유는 전술된 바가 있다.
- [66] 상기 광투과 수지(340)에 분산되는 상기 형광체(341)로는 앞에서 상세히 설명한  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을

갖는 형광체가 사용된다.

- [67] 상기 형광체(341)의 평균 입자의 크기는  $20\mu\text{m}$  이하로 한다. 바람직하게는 상기 형광체(341)의 평균 입자의 크기를  $5 \sim 15\mu\text{m}$  정도가 유지되도록 한다.
- [68] 상기 형광체(341)에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는  $0.02 \sim 0.10 \text{ mol}$ 로 하고, 상기 광투과성 수지(340)에 대한 상기 형광체(341)의 함량은  $10 \sim 30 \text{ wt\%}$ 인 것이 바람직하다.
- [69] 상기 버티컬 램프 타입의 백색 발광소자에 사용되는 상기 발광다이오드 칩(320), 상기 광투과수지(340), 상기 형광체(341) 등의 상세한 내용에 대해서는 상기 표면실장형 백색 발광소자의 경우와 마찬가지로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [70] 한편, 상기 일반 발광소자에 적용되는 본 발명에 따른 형광체의 광투과성 수지에 대한 상기 함량은  $5 \sim 50 \text{ wt\%}$ 가 바람직하지만, 고출력 발광다이오드에 적용되는 경우에는 본 발명에 따른 형광체의 광투과성 수지에 대한 상기 함량은  $50 \sim 100 \text{ wt\%}$ 로 형광체의 함량비율을 높일 수 있다.
- [71] 위에서 상세하게 설명한 본 발명에 따른 표면실장형 백색 발광소자 또는 버티컬 램프 타입의 백색 발광소자에서 백색광이 구현되는 과정을 상세하게 설명한다.
- [72] 상기 InGaN계의 발광다이오드 칩(220)(320)에서 출사되는 근 자외선에 해당되는  $400 \sim 480\text{nm}$  파장 영역의 청색 광은 상기 형광체(241)(341)를 통과하게 된다. 여기서, 일부의 광은 상기 형광체(241)(341)를 여기시켜 발광 파장 중심이  $500 \sim 600\text{nm}$  대의 주피크를 갖는 광을 발생시키며, 나머지 광은 청색광으로서 그대로 투과된다.
- [73] 그 결과, 본 발명의 실시예에 따른 백색 발광소자의 발광스펙트럼을 나타낸 도 4에 도시된 바와 같이  $400 \sim 700\text{nm}$ 의 넓은 파장의 스펙트럼을 갖는 백색광을 나타내게 된다.
- [74] 도 5는 본 발명에 실시예에 따른 백색 발광소자의 Eu몰 농도의 변화에 따른 색좌표 추세를 나타내는 도면이다.
- [75] 도 5에 제시되는 각각의 그래프는 여기 광을 발광 주피크  $455\text{nm}$ 인 광으로 하고, 본 발명에 따른 형광체에서 형광체내의  $\text{Eu}^{2+}$  몰농도가  $0.02\text{mol}$ ,  $0.05\text{mol}$ ,  $0.10\text{mol}$ ,  $0.12\text{mol}$  농도로 사용되었을 때의 각각의 몰농도에 따른 백색 발광소자의 색좌표 추세를 나타내고 있다. 즉,  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체에서, Eu의 몰농도가  $0.02\text{mol}$ 인 경우의 제 1 색도그래프(11), 몰 농도가  $0.05\text{mol}$ 인 경우의 제 2 색도그래프(12), 몰 농도가  $0.10\text{mol}$ 인 경우의 제 3 색도그래프(13), 몰 농도가  $0.12\text{mol}$ 인 경우의 제 4 색도그래프(14)가 도시된다.



- [76] 이와 같이, 본 발명에 따른 형광체에 적용되는  $\text{Eu}^{2+}$ 의 몰농도를 변경시켜서 백색 발광소자를 구현하는 경우에는,  $\text{Eu}^{2+}$ 의 몰농도에 따라서 색좌표 및 색온도, 연색성지수가 변경됨으로써, 원하는 백색광이 출사되도록 소자의 제어가 가능하게 된다.

#### 발명의 실시를 위한 형태

- [77] 본 발명에 따른 형광체는 형광체에 포함되는 활성제의 농도가 적절하게 조절됨으로써, 원하는 백색광이 방출되도록 발광소자의 제어가 가능한 것을 특징으로 하고, 특히,  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도가 제어됨으로써, 백색광의 상태가 구체적으로 제어되는 것을 두드러지는 특징으로 하고 있다.
- [78] 이와 같은 본 발명 사상의 범위 내에서 발광소자의 구체적인 구성은 달라질 수 있다. 예를 들면, 발광소자의 구체적인 형상은 달라질 수 있으며, 발광소자의 물리적인 배치등은 제한되지 아니할 것이다.

#### 산업상 이용가능성

- [79] 본 발명은 형광체에 포함되는 활성제의 농도가 변화됨으로써 발광 휘도 감소 없이 발광 주피크를 변화시킴으로써 색좌표 및 색온도, 연색성 지수의 제어를 가능하게 한다. 그럼으로써, 사용처에 따라서 적극적으로 백색광의 상태 제어가 가능하게 되는 장점이 있다.
- [80] 또한, 본 발명은 휴대 전화의 컬러 LCD용 백라이트, LED 램프, 열차 및 버스의 차내 표시용 LED나 형광등을 대신하는 절약 에너지 조명 광원으로 사용할 수 있는 실용성을 제공한다.
- [81] 이상 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니라 본 발명의 기술의 요지를 벗어나지 않고 변경 및 수정을 하여도 본 발명에 포함되는 것이며 당업자에게 자명할 것이다.

## 청구의 범위

- [1]  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체.
- [2] 제 1 항에 있어서,  
상기 형광체는 평균입자의 크기가  $20\mu\text{m}$  이하인 형광체.
- [3] 제 1 항에 있어서,  
상기 형광체의 평균입자 크기는  $5 \sim 15\mu\text{m}$ 의 범위 내인 형광체.
- [4] 제 1 항에 있어서,  
상기 형광체는 화합물 반도체에서 발생하는 광에 의하여 여기되어  $500 \sim 600\text{nm}$  영역에 발광 주피크를 갖는 형광체.
- [5] 제 1 항에 있어서,  
상기 형광체는,  $400 \sim 480\text{nm}$  영역에 주피크를 갖는 광에 의하여 여기되어  $500 \sim 600\text{nm}$  영역에 발광 주피크를 갖는 형광체.
- [6] 제 1 항에 있어서,  
상기 형광체는  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도에 따라 발광 주피크가 변화되는 형광체.
- [7] 제 1 항에 있어서,  
상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 몰농도는  $0.02 \sim 0.20 \text{ mol}$ 의 범위 내인 형광체.
- [8] 광원;  
상기 광원을 지지하는 지지부;  
상기 광원 주위의 적어도 일 부분에 제공되는 광투과부재; 및  
상기 광투과부재에 혼입되는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 포함되는 발광소자.
- [9] 제 8 항에 있어서,  
상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는  $0.02 \sim 0.20 \text{ mol}$ 인 발광소자.
- [10] 제 8 항에 있어서,  
상기 광투과부재는 몰딩재인 발광소자.
- [11] 제 8 항에 있어서,  
상기 형광체의 상기 광투과부재에 대한 혼합비율은  $5 \sim 50\text{wt}\%$ 인 발광소자.
- [12] 제 8 항에 있어서,  
상기 광투과부재는 상기 발광소자 주위에 전체적으로 몰딩되는 발광소자.
- [13] 제 8 항에 있어서,  
상기 광투과부재는 상기 발광소자 주위에 부분적으로 몰딩되는 발광소자.
- [14] 제 8 항에 있어서,  
상기 광원에서 출사되는 광과, 상기 형광체에서 여기되는 광에 의해서

- 백색광이 출사되는 발광소자.
- [15] 제 8 항에 있어서,  
상기 형광체에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.20 mol인 발광소자.
- [16] 제 8 항에 있어서,  
상기 발광소자가 탑뷰방식으로 동작되는 경우에, 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.10 mol인 발광소자.
- [17] 제 16 항에 있어서,  
상기 광투과부재에 대한 상기 형광체의 함량은 10 ~ 30 wt%인 발광소자.
- [18] 제 8 항에 있어서,  
상기 백색 발광소자가 사이드뷰 방식인 경우에, 상기 형광체에 포함되는  
상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.08 ~ 0.15 mol인 발광소자.
- [19] 제 18 항에 있어서,  
상기 광투과부재에 대한 상기 형광체의 함량은 5 ~ 20 wt%인 발광소자.
- [20] 제 8 항에 있어서,  
상기 발광소자가 백라이트의 백색광원으로 사용되는 경우에, 상기  
형광체에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.10 mol이고, 상기  
광투과부재에 대한 상기 형광체의 함량은 15 ~ 50 wt%인 발광소자.
- [21] 제 8 항에 있어서,  
상기 발광소자가 백라이트의 청백색광원으로 사용되는 경우에, 상기  
형광체에 포함되는 상기  $\text{Eu}^{2+}$ 의 농도는 0.02 ~ 0.10 mol이고, 상기  
광투과부재에 대한 상기 형광체의 함량은 10 ~ 40 wt%인 발광소자.
- [22] 제 8 항에 있어서,  
상기 광원은 질화갈륨계 발광 다이오드인 발광소자.
- [23] 광원;  
상기 광원을 지지하는 지지부;  
상기 광원 주위의 적어도 일 부분에 제공되는 몰딩부재; 및  
상기 광투과부재에 혼입되는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 포함되는 램프형 발광소자.
- [24] 광원;  
상기 광원을 지지하는 지지부;  
상기 광원 주위의 적어도 일 부분에 제공되는 몰딩부재; 및  
상기 광투과부재에 혼입되는  $\text{Sr}_{4-x}\text{Mg}_y\text{Ba}_z\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$  ( $0 < x < 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ )의 화학식을 갖는 형광체가 포함되는 표면실장형  
발광소자.
- [25] 스트론튬, 마그네슘, 및 바륨 중에서 선택되는 적어도 하나의 원소의 산소

화합물과, 유로퓸 산소 화합물의 화합양론적 양을 제공하는 단계;  
 상기 산소 화합물들을 혼합하는 단계; 및  
 혼합물을 회토류로 활성화된 유로퓸을 포함한 실리케이트계 형광물질로  
 열처리하는 단계가 포함되는 형광체의 제조방법.

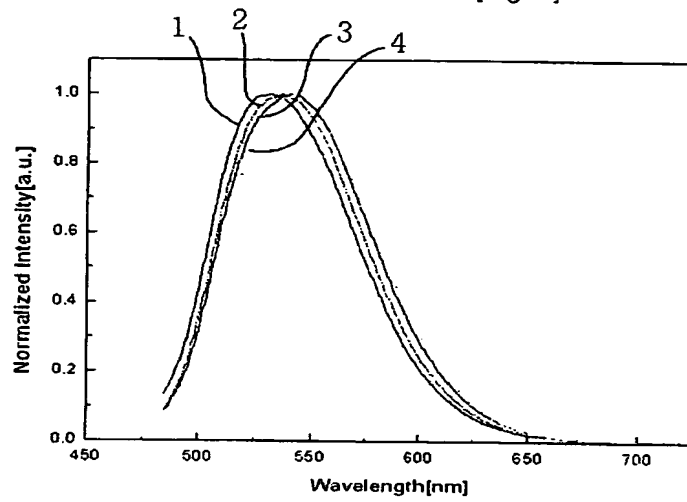
- [26] 제 25 항에 있어서,  
 상기 산소 화합물이 혼합된 뒤에, 붕화물, 염화물, 및 플루오르화물에서  
 선택되는 적어도 하나의 플럭싱화합물을 첨가하는 단계가 더 수행되는  
 형광체의 제조방법.
- [27] 제 25 항에 있어서,  
 상기 산소 화합물이 혼합될 때에는 증류수, 알코올, 및 아세톤 중에서  
 선택되는 용매가 소량 사용되어 혼합된 뒤에, 100 ~ 400 °C에서 건조되는  
 형광체의 제조방법.
- [28] 제 25 항에 있어서,  
 상기 열처리 단계는 질소와 수소의 혼합 가스 분위기에서 수행되고, 상기  
 질소와 상기 수소의 부피비는 75 ~ 98 : 25 ~ 2 부피비를 가지는 형광체의  
 제조방법.
- [29] 제 25 항에 있어서,  
 상기 열처리 단계는 800 ~ 1500 °C에서 수행되는 형광체의 제조방법.

## 요약서

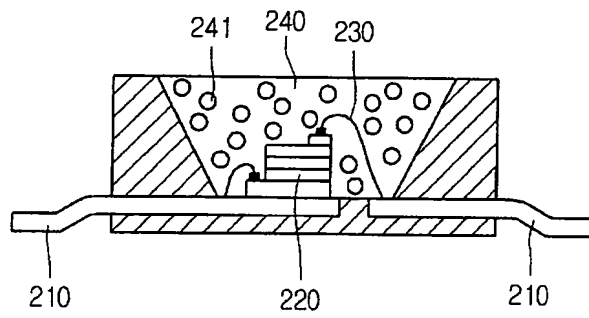
형광체에 포함되는 활성제의 농도가 변화됨으로써 발광 휘도 감소 없이 발광 주파크를 변화시킴으로써 색좌표 및 색온도, 연색성 지수의 제어를 가능하게 되는 형광체, 그 형광체를 이용한 발광소자, 및 그 형광체의 제조방법이 개시된다.

그러한 구조에 의해서, 사용처에 따라서 적극적으로 백색광의 상태 제어가 가능하게 되므로 사용상의 편의성이 더욱 개선되는 장점이 있다.

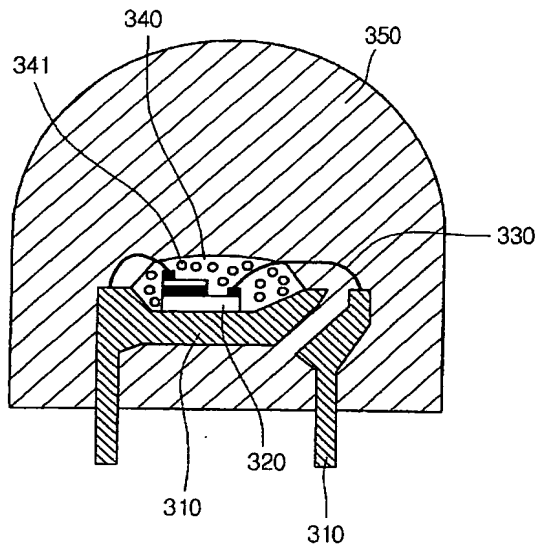
[Fig. 1]



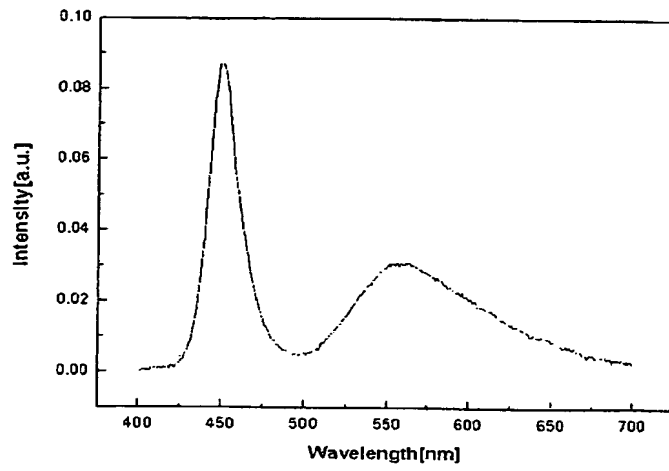
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

